

Application No. 10/731,879  
Paper Dated: August 18, 2004  
In Reply to USPTO Correspondence of 03/19/2004  
Attorney Docket No. 4466-032356



Customer No. 28289

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Group Art Unit : 2838  
Application No. : 10/731,879  
Applicants : **Tai FURUYA et al.**  
Filed : December 9, 2003  
Title : **INTERCONNECTING POWER  
GENERATION SYSTEM**  
Customer Number : 28289

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

**MAIL STOP**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

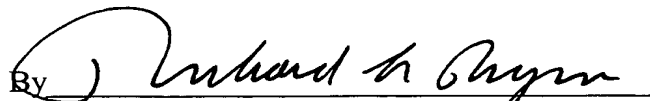
Sir:

Attached hereto is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-357778 which corresponds to the above-identified United States application and which was filed in the Japanese Patent Office on December 10, 2002.

The priority benefits provided by Section 119 of the Patent Act of 1952 are claimed for this application.

Respectfully submitted,

WEBB ZIESENHEIM LOGSDON  
ORKIN & HANSON, P.C.

By 

Richard L. Byrne, Reg. No. 28,498  
Attorney for Applicants  
700 Koppers Building  
436 Seventh Avenue  
Pittsburgh, PA 15219-1818  
Telephone: 412/471-8815  
Facsimile: 412/471-4094

10731879 - 08 - 20 - 0

BEST AVAILABLE COPY

Tai FURUYA et al.

Serial No. 10/731,879

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2002年12月10日

出願番号  
Application Number:

特願2002-357778

[ST. 10/C]:

[JP2002-357778]

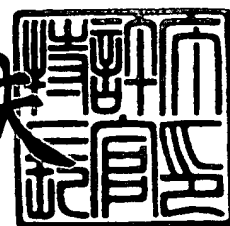
願人  
Applicant(s):

株式会社荏原製作所  
株式会社荏原電産

2004年 2月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

【書類名】 特許願  
【整理番号】 02-201EB  
【提出日】 平成14年12月10日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H02M 7/48  
H02J 3/38

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

【氏名】 古谷 泰

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

【氏名】 片岡 匡史

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

【氏名】 マッケルヴィ テレンス

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

【氏名】 丸井 英史

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 1 番 1 号 株式会社荏原電  
産内

【氏名】 佐藤 元保

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 1 番 1 号 株式会社荏原電  
産内

【氏名】 小澤 孝英

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 1 番 1 号 株式会社荏原電  
産内

【氏名】 鄭 紹鈞

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 1 番 1 号 株式会社荏原電  
産内

【氏名】 石原 誠一

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 1 番 1 号 株式会社荏原電  
産内

【氏名】 木下 昇

## 【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

## 【特許出願人】

【識別番号】 000140111

【氏名又は名称】 株式会社荏原電産

## 【代理人】

【識別番号】 100097320

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮川 貞二

【電話番号】 03(3225)0681

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107777

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 和夫

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096611

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮川 清

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098040

【弁理士】

【氏名又は名称】 松村 博之

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100097744

【弁理士】

【氏名又は名称】 東野 博文

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 047315

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904831

【包括委任状番号】 0200039

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 系統連系発電システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 商用電力系統に並列接続され系統接続負荷に電力を供給する系統連系発電システムであって；

発電した電力を前記商用電力系統に連系させる系統連系インバータと；

前記系統連系インバータの出力電圧位相を前記商用電力電圧に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロスを監視し、所定のゼロクロス回数に達した段階で、1 サイクルの期間に該出力電圧位相を前記商用電力電圧からシフトさせ、次の 1 サイクルの期間に該出力電圧位相を前記商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路と；

前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から切り離す遮断器と；

前記商用電力系統の電圧位相と前記出力電圧位相を比較する位相比較器と；

前記位相比較器から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、前記商用電力系統からの電力供給遮断による停電を検知し、前記遮断器に制御信号を送信して前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から遮断させる系統連系制御装置と；

を備える系統連系発電システム。

【請求項 2】 前記系統連系制御装置は、前記出力電圧位相を前記商用電力電圧に同期させる期間に前記位相比較器から一致信号が出力されない場合は、前記商用電力系統の周波数変動を検知し、前記遮断器に制御信号を送信して前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から遮断させる請求項 1 に記載の系統連系発電システム。

【請求項 3】 商用電力系統に並列接続され系統接続負荷に電力を供給するタービン発電機による系統連系発電システムであって；

タービン発電機により発電した電力を前記商用電力系統に連系させる系統連系インバータと；

前記系統連系インバータの出力電圧位相を前記商用電力電圧に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロスを監視し、所定のゼロクロス回数に達した段階で

、1サイクルの期間に該出力電圧位相を前記商用電力電圧からシフトさせ、次の1サイクルの期間に該出力電圧位相を前記商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路と；

前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から切り離す遮断器と；

前記商用電力系統の電圧位相と前記出力電圧位相を比較する位相比較器と；

前記位相比較器から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、前記商用電力系統からの電力供給遮断による停電を検知し、前記遮断器に制御信号を送信して前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から遮断させると共に、前記停電の検知から前記商用電力系統を遮断する間に前記タービン発電機を所定の回転速度に低下させる系統連系制御装置と；

を備える系統連系発電システム。

【請求項4】 商用電力系統に並列接続され系統接続負荷に電力を供給するタービン発電機による系統連系発電システムであって；

タービン発電機により発電した電力を前記商用電力系統に連系させる系統連系インバータと；

前記系統連系インバータの出力電圧位相を前記商用電力電圧に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロス監視し、所定のゼロクロス回数に達した段階で、1サイクルの期間に該出力電圧位相を前記商用電力電圧からシフトさせ、次の1サイクルの期間に該出力電圧位相を前記商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路と；

前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から切り離す遮断器と；

前記商用電力系統の電圧位相と前記出力電圧位相を比較する位相比較器と；

前記位相比較器から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、前記商用電力系統からの電力供給遮断による停電を検知し、前記遮断器に制御信号を送信して前記系統連系インバータの出力を前記商用電力系統から遮断させると共に、前記タービン発電機へ遮断命令を送信しタービンを定格回転速度に制御し所定期間回転させてから、該タービン発電機の運転を停止させる系統連系制御装置と；

を備える系統連系発電システム。

【請求項5】 前記タービン発電機は、前記遮断命令に応答し前記所定期間

内にバッテリーを再充電する請求項3又は請求項4に記載の系統連系発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、系統連系発電システムに係り、特に、商用電力系統と連系して系統接続負荷に電力を供給する系統連系発電システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、系統連系発電システムは、太陽光発電による直流電源の直流出力を交流出力に変換し、交流の商用電源に連系するインバータ装置を備えている。このインバータ装置を制御する制御装置は、商用電源の相電圧の検出回路と、インバータ装置の出力電流の検出回路と、両検出回路により検出された商用電源の相電圧信号とインバータ装置の出力電流信号とを誤差演算する演算回路と、この演算回路の出力に基づいてインバータ装置のスイッチングを制御するドライバ回路により、電流制御方式のインバータ装置から出力される出力電流を商用電源の相電圧信号に追従させ、商用電源の電圧位相に一致した正弦波電流を出力するように制御し、太陽電池の発電電力を交流電力に変換していた（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】 特開平11-285260号公報（段落0023、図1）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、商用電源の電力系統において保守、点検のような意図的な停電をおこなう場合、停電区間上位の開閉器を開放して停電区間を停電させる必要があり、停電区間内に上述したような系統連系発電システムが設置されている場合は、停電を検知し系統連系発電システムと電力系統との間に設けた開閉器を開放して系統連系発電システムを商用電源の電力系統から解列する必要がある。

【0005】



また、商用電源の過周波数又は不足周波数等の受電異常を検知した場合も開閉器を開放して系統連系発電システムを商用電源の電力系統から解列する必要がある。

#### 【0006】

さらに、タービン発電機を備えた系統連系発電システムでは、系統連系発電システムを商用電源の電力系統及び電力負荷から解列させた瞬間、発電機が無負荷運転状態となるためタービンの回転数が急激に上昇し絶対定格回転数を超えてタービン又は補機を損傷させるという課題が存在する。

#### 【0007】

本発明は、斯かる実情に鑑み、商用電源の受電異常を検知し系統連系発電システムを商用電源の電力系統から解列させると共に、タービン発電機の損傷を未然に防止する系統連系発電システムを提供しようとするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明による系統連系発電システム1は、例えば、図1に示すように、商用電力系統10に並列接続され系統接続負荷12に電力を供給する系統連系発電システムであって、発電した電力を商用電力系統10に連系させる系統連系インバータ14と、系統連系インバータ14の出力電圧位相を商用電力電圧に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロスを監視し、所定のゼロクロス回数に達した段階で、1サイクルの期間に出力電圧位相を商用電力電圧からシフトさせ、次の1サイクルの期間に出力電圧位相を商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路20と、系統連系インバータ14の出力を商用電力系統10から切り離す遮断器22と、商用電力系統10の電圧位相と出力電圧位相を比較する位相比較器24と、位相比較器24から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統10からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器22に制御信号を送信して系統連系インバータ14の出力を商用電力系統10から遮断させる系統連系制御装置30と、を備える。

#### 【0009】

このように構成すると、系統連系制御装置30を備えるので、位相比較器24

から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統 10 からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器 22 に制御信号を送信して系統連系インバータ 14 の出力を商用電力系統 10 から遮断させることができる。

#### 【0010】

上記目的を達成するため、請求項 2 にかかる発明による請求項 1 に記載の系統連系発電システム 1 は、例えば、図 1 に示すように、系統連系制御装置 30 は、出力電圧位相を商用電力電圧に同期させる期間に位相比較器 24 から一致信号が出力されない場合は、商用電力系統 10 の周波数変動を検知し、遮断器 22 に制御信号を送信して系統連系インバータ 14 の出力を商用電力系統 10 から遮断させるように構成する。

#### 【0011】

このように構成すると、商用電力系統 10 の周波数変動を検知し、遮断器 22 に制御信号を送信して系統連系インバータ 14 の出力を商用電力系統 10 から遮断させることができる。

#### 【0012】

上記目的を達成するため、請求項 3 にかかる発明による系統連系発電システム 1 は、例えば、図 1 に示すように、商用電力系統 10 に並列接続され系統接続負荷 12 に電力を供給するタービン発電機 32 による系統連系発電システムであって、タービン発電機 32 により発電した電力を商用電力系統 10 に連系させる系統連系インバータ 14 と、系統連系インバータ 14 の出力電圧位相を商用電力電圧に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロスを監視し、所定のゼロクロス回数に達した段階で、1 サイクルの期間に出力電圧位相を商用電力電圧からシフトさせ、次の 1 サイクルの期間に出力電圧位相を商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路 20 と、系統連系インバータ 14 の出力を商用電力系統 10 から切り離す遮断器 22 と、商用電力系統 10 の電圧位相と出力電圧位相を比較する位相比較器 24 と、位相比較器 24 から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統 10 からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器 22 に制御信号を送信して系統連系インバータ 14 の出力を商用電力系統 10 から遮断させると共に、停電の検知から商用電力系統を遮断する間にタービン発電機

32を所定の回転速度に低下させる系統連系制御装置30と、を備える。

【0013】

このように構成すると、系統連系制御装置30を備えるので、位相比較器24から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統10からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器22に制御信号を送信して系統連系インバータ14の出力を商用電力系統10から遮断させると共に、停電の検知から商用電力系統を遮断する間にタービン発電機32を所定の回転速度に低下させることができる。

【0014】

上記目的を達成するため、請求項4にかかる発明による系統連系発電システム1は、例えば、図1に示すように、商用電力系統10に並列接続され系統接続負荷12に電力を供給するタービン発電機32による系統連系発電システムであって、タービン発電機32により発電した電力を商用電力系統10に連系させる系統連系インバータ14と、系統連系インバータ14の出力電圧位相を商用電力電圧に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロス監視し、所定のゼロクロス回数に達した段階で、1サイクルの期間に出力電圧位相を商用電力電圧からシフトさせ、次の1サイクルの期間に出力電圧位相を商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路20と、系統連系インバータ14の出力を商用電力系統10から切り離す遮断器22と、商用電力系統10の電圧位相と出力電圧位相を比較する位相比較器24と、位相比較器24から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統10からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器22に制御信号を送信して系統連系インバータ14の出力を商用電力系統10から遮断させると共に、タービン発電機32へ遮断命令を送信しタービン36を定格回転速度に制御し所定期間回転させてから、タービン発電機32の運転を停止させる系統連系制御装置30と、を備える。

【0015】

このように構成すると、系統連系制御装置30を備えるので、位相比較器24から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統10からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器22に制御信号を送信して系統連系イン

バータ 14 の出力を商用電力系統 10 から遮断させると共に、タービン発電機 32 へ遮断命令を送信しタービン 36 を定格回転速度に制御し所定期間回転させてから、タービン発電機 32 の運転を停止させることができる。

#### 【0016】

上記目的を達成するため、請求項 5 にかかる発明による請求項 3 または請求項 4 に記載の系統連系発電システム 1 は、例えば、図 1 に示すように、タービン発電機 32 は、遮断命令に応答し所定期間内にバッテリー 38 を再充電するように構成する。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。図 1 から図 6 は発明を実施する形態の一例であって、図中、図と同一または類似の符号を付した部分は同一物または相当物を表わし、重複した説明は省略する。

#### 【0018】

図 1 は、本発明による第 1 の実施の形態である系統連系発電システムのブロック図である。系統連系発電システム 1 は、タービン発電機 32 のステータ巻線 40 に接続する整流器 42 と、この整流器 42 と直流バス 45 を介して接続する系統連系インバータ 14 と、直流バス 45 に並列接続する平滑コンデンサ 43 と、直流電圧変換手段としての DC/DC コンバータ 44 を介して直流バス 45 に接続する蓄電手段としてのバッテリー 38 と、系統連系インバータ 14 の出力に接続する遮断器 22 と、この遮断器 22 と交流電力ライン 46 と、交流電力ライン 46 と遮断器 22 と系統連系インバータ 14 とタービン発電機 32 に各々接続し系統連系を制御する制御装置 2 と、を備える。

#### 【0019】

上記制御装置 2 は、交流電力ライン 46 に接続する位相比較器 24 と、交流電力ライン 46 に接続するゼロクロス監視装置 16 と、ゼロクロス監視装置 16 に接続する位相同期ループ手段としてのフェーズロックループ回路 PLL 49 と、PLL 49 に接続するクロック回路 50 と、ゼロクロス監視装置 16 とカウンタ 18 を介して接続し、且つクロック回路 50 に接続する電圧位相シフト回路 20

と、電圧位相シフト回路 20 に接続する正弦波発生回路 51 と、入力を正弦波発生回路 51 に接続し出力を系統連系インバータ 14 へ接続するパルス幅変調回路 52 と、入力を位相比較器 24 に接続し遮断器制御信号をライン 28 から遮断器 22 へ出力し、タービン制御命令をライン 34 からタービン発電機 32 へ出力する系統連系制御装置としての制御部 30 と、を備える。

#### 【0020】

タービン発電機 32 は、永久磁石ロータを共通接続し、燃料と空気を供給して燃焼させた燃焼ガスにより回転するガスタービン 36 と、ガスタービン 36 に接続する永久磁石ロータを包囲するステータ巻線 40 と、燃焼ガスを排気する排気口 41 とを備える。

#### 【0021】

図 1 のブロック図を参照して、系統連系発電システム 1 の動作について説明をする。系統連系発電システム 1 は、商用電力系統 10 に交流電力ライン 46 を介して並列接続され系統接続負荷 12 に 400V/50Hz 又は 200V/50Hz 若しくは 100V/50Hz 等の交流電力を供給する。この交流電力は、系統連系発電システム 1 を設置する地域に供給される電圧及び周波数に調整できることは勿論である。

#### 【0022】

タービン発電機 32 は、制御部 30 からライン 34 を介して始動命令を受信し、バッテリー 38 から直流電力を不図示の始動用インバータへ供給し、始動用インバータからステータ巻線 40 へ交流電力を印加して永久磁石ロータにトルクを発生させガスタービン 36 を始動させる。

#### 【0023】

ガスタービン 36 は、燃料及び空気の供給量と点火が調整され自立運転を達成すると、始動用インバータがステータ巻線 40 から切り離され、ステータ巻線 40 に接続された整流器 42 へ 3 相の交流電力を供給する。

#### 【0024】

整流器 42 は出力に接続された直流バス 45 へ直流電力を供給し、直流バス 45 に並列に接続された平滑コンデンサ 43 を充電して直流バス 45 の電位を安定

させる。また、整流器 42 は直流バス 45 を経由して系統連系インバータ 14 へ直流電力を供給する。この場合、整流器 42 は DC/DC コンバータ（不図示）を介して昇圧した直流電力を系統連系インバータ 14 へ供給することもできる。

#### 【0025】

系統連系インバータ 14 は、相補的に駆動される 3 対の IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) スイッチングトランジスタで構成し、パルス幅変調 (PWM) 方式の制御信号により、直流バス 45 から供給される直流電圧をオン/オフすることで、商用電力系統 10 の電圧位相に追従したパルス幅変調された正弦波の交流電圧を発生する。

#### 【0026】

交流電力ライン 46 には、位相比較器 24 とゼロクロス監視装置 16 が並列に接続され、遮断器 22 が導通状態のときは、この位相比較器 24 が交流電力ライン 46 にあらわした商用電力系統 10 の電圧位相を検出すると共に、系統連系インバータ 14 を駆動するパルス幅変調回路 52 の出力信号を入力する。検出した電圧位相と出力信号とを比較し、擬似的に系統連系インバータ 14 の出力電圧位相と商用電力系統 10 の電圧位相とを比較する。この比較結果及び交流電力ライン 46 上の電圧位相信号をライン 26 を介して制御部 30 へ出力する。

#### 【0027】

制御部 30 は、系統連系発電システム 1 全体を制御すると共に、位相比較器 24 の比較結果に基づき、商用電力系統 10 の電圧位相が系統連系インバータ 14 の出力電圧位相から約 10 % 以上の過周波数又は不足周波数であると判定したときは、ライン 28 を介して遮断器 22 へ制御信号を出力し遮断器 22 を開制御（絶縁状態）することにより、系統連系インバータ 14 を商用電力系統 10 から解列させることができるため、系統連系発電システム 1 の単独運転を防止することができる。

#### 【0028】

例えば、商用電力系統 10 の電圧位相と系統連系インバータ 14 の出力電圧位相を一致させる期間に、位相比較器 24 から一致信号が出力されない、又は所定回数連続して一致信号が出力されない場合は、制御部 30 は過周波数又は不足周

波数であると判定し、遮断器 22 を開制御（絶縁状態）して、系統連系インバータ 14 を商用電力系統 10 から解列させることができる。このように構成することで、少なくとも数百 ms 以内に、好ましくは 0.2 秒以内に系統連系発電システム 1 を解列させることができる。

#### 【0029】

また、遮断器 22 が導通状態で系統連系インバータ 14 の出力電圧位相と商用電力系統 10 の電圧位相が同相の場合も、ゼロクロス監視装置 16 が同様にライン 47 を介して交流電力ライン 46 の電圧位相のゼロクロスを監視する。

#### 【0030】

ゼロクロス監視装置 16 は、交流電力ライン 46 の電圧波形が基準電位（接地電位）を通過するゼロクロスのタイミングを監視し、ゼロクロスを検出する毎にカウンタ 18 へゼロクロス検出信号を出力する。このゼロクロス検出信号をカウントすることにより、交流電力ライン 46 の電圧波形の 1 サイクルを判定することができる。例えば、3 回のゼロクロス検出信号により正弦波の電圧波形を 1 サイクルとカウントすることができる。

#### 【0031】

ゼロクロス監視装置 16 は、ライン 48 を介して波形信号を PLL 49 へ送信する。PLL 49 は、入力信号や基準周波数と、出力信号との周波数を一致させる電子回路である。例えば、入力信号と出力信号との位相差を検出し、VCO（電圧によって周波数を変化させる発振器）や内部回路のループを制御することで、正確に同期した周波数の信号を発信する。

#### 【0032】

電圧位相シフト回路 20 は、PLL 49 により系統連系インバータ 14 の出力電圧位相が、商用電力系統 10 の電圧位相と一致するようにクロック回路 50 を分周するように構成している。また、電圧位相シフト回路 20 はゼロクロスを所定回数カウントしたカウンタ 18 から電圧位相シフト信号を受信し、この電圧位相シフト信号に応答してクロック回路 50 の分周比を変化（位相遅れ又は位相進み）させ、変化させたクロック信号を正弦波発生回路 51 へ出力する。

#### 【0033】

正弦波発生回路 51 は、電圧位相がシフトした正弦波をパルス幅変調回路 52 へ送信する。パルス幅変調回路 52 は系統連系インバータ 14 を駆動して商用電力系統 10 の電圧位相から出力電圧位相をシフトさせる。

#### 【0034】

例えば、電圧位相シフト回路 20 は、カウンタ 18 から 100ms 毎に電圧位相シフト信号を受信し、電圧位相シフト信号に応答してクロック回路 50 の分周比を位相遅れ（マイナス位相シフト）に設定する。系統連系インバータ 14 の出力電圧位相が 1 サイクルシフトするのに引き続き、電圧位相シフト回路 20 は、クロック回路 50 の分周比を位相進み（プラス位相シフト）に再設定し元の出力電圧位相へ戻して 1 回の周波数シフト処理を完了させる。

#### 【0035】

上記周波数シフト処理期間中に商用電力系統 10 が正常時には、商用電力系統 10 のインピーダンスが低いため、系統連系インバータ 14 の出力電圧位相の変化は交流電力ライン 46 の電圧位相に影響を与えることがないので、位相比較器 24 が電圧位相のシフト検出をおこなうことはない。

#### 【0036】

一方、商用電力系統 10 の停電が発生し系統連系インバータ 14 の出力電力と系統接続負荷 12 の消費電力が有効分及び無効分ともにバランス状態が生じた場合でも、系統連系インバータ 14 から位相シフトした出力電圧位相が、系統接続負荷 12 によってそのまま交流電力ライン 46 にあらわれ、制御部 30 は、位相比較器 24 から受信した電圧位相と正規の出力電圧位相とを比較し、電圧位相の変化を検出することができる。この場合、電圧位相のゼロクロスタイミングの時間差に基づいて位相のシフト量を判定する。

#### 【0037】

すなわち、周波数シフト処理期間中に 1 回目のゼロクロスが遅れた電圧位相を検知し、2 回目のゼロクロスも遅れた電圧位相を検知し、3 回目のゼロクロスも遅れた電圧位相を検知し、4 回目のゼロクロスで正規の出力電圧位相に戻った電圧位相の波形を検知することができる。つまり、1 サイクルの期間に出力電圧位相を遅らせ、次の 1 サイクルの期間に出力電圧位相を進めるので、連続する正弦



波の 2 サイクル期間だけ電圧位相がシフトするように構成することができる。

#### 【 0 0 3 8 】

したがって、3 回連続する電圧位相の遅れを検知することで、停電を判定し、ライン 2 8 を介して遮断制御信号を送信し遮断器 2 2 を開制御することで商用電力系統 1 0 と系統連系発電システム 1 とを解列させることができるため、系統連系発電システム 1 の単独運転を防止することができる。

#### 【 0 0 3 9 】

また、カウンタ 1 8 から 1 0 0 m s 毎に電圧位相シフト信号を出力しているので、3 回連続する電圧位相の遅れを 2 回以上連続して電圧位相の変化を検知したときに停電を判定してもよい。このように構成すると、少なくとも数百 m s 以内に、好ましくは 0 . 5 秒以内に系統連系発電システム 1 を解列させることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

本実施の形態では、上述したようにハードウェアロジックを用いて回路を構成したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、マイクロコンピュータやデジタルシグナルプロセッサを用いてソフトウェア処理により位相比較、ゼロクロス監視、パルス幅変調、デジタル P L L を構成し、交流電力ライン 4 6 の電圧位相を A D 変換器（不図示）によりデジタル信号に変換してから演算処理を行っても同様の効果を得ることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

制御部 3 0 は、過周波数又は不足周波数並びに停電の何れか 1 つを検知した段階で、ライン 3 4 を介してタービン制御命令を送信し、ガスタービン 3 6 の回転を低下させる。ガスタービン 3 6 が定格回転より低回転で運転するため、その直後（約 0 . 2 秒から 0 . 5 秒後）に遮断器 2 2 を開制御し商用電力系統 1 0 と系統連系発電システム 1 を解列させても、タービン発電機 3 2 が無負荷状態でガスタービン 3 6 の回転数が絶対定格回転まで上昇することを有効に防止することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

また、制御部 3 0 は、タービン発電機 3 2 へライン 3 4 を介して遮断命令を送

信し、ガスタービン 3 6 を定格回転速度に戻すように制御して、定格回転速度で所定期間回転させてから、タービン発電機 3 2 の運転を停止させるように構成する。無負荷運転により一旦上昇したガスタービン 3 6 の回転数を定格回転に戻すため、仮に、短時間の停電工事により通常の送電が再開された場合に、遮断器 2 2 を閉制御（導通）して系統連系発電システム 1 を再度商用電力系統 1 0 と系統連系させることができる。

#### 【 0 0 4 3 】

さらに、所定時間以上経過しても停電工事が終了せずに、停電状態等が継続したときは遮断器 2 2 を開制御（絶縁）のままタービン発電機 3 2 を停止させるため、補機の冷却を完了させることができる。

#### 【 0 0 4 4 】

制御部 3 0 は、過周波数又は不足周波数並びに停電の何れか 1 つを検知した段階で、直流バス 4 5 から D C / D C コンバータ 4 4 を通じてバッテリー 3 8 を充電するように制御する。バッテリー 3 8 の充電期間は、タービン発電機 3 2 を停止させるまでの任意の期間に設定するとよい。

#### 【 0 0 4 5 】

図 2 は、本発明による第 1 の実施の形態である系統連系発電システムの出力波形図である。系統連系発電システムは、系統連系インバータから交流電力ラインへ電圧波形 5 6 を出力している。図中の実線で示した電圧波形 5 6 は、3 相交流出力（u、v、w）の中の任意の 1 相を表している。また、破線で示した電圧波形 5 6 は、正規の交流波形（シフトしていない波形）を表している。

#### 【 0 0 4 6 】

制御部 3 0（図 1 参照）は、ゼロクロス監視装置 1 6 へ同期信号 5 7 の A S I / A S O を送信し、実線で示した電圧波形 5 6 のゼロクロスを監視させる。電圧位相シフト回路 2 0（図 1 参照）は、系統連系インバータ 1 4 の出力電圧としての電圧波形 5 6 の周波数  $F \cdot H z$ （位相）を商用電力電圧の周波数（位相）に同期させると共に、商用電力電圧のゼロクロスを監視し、所定のゼロクロス回数、例えば、 $50 H z$  の場合は 10 回のゼロクロスを検出した段階で、1 サイクルの期間（ $20 m s$ ）に電圧波形 5 6 の周波数（出力電圧位相）を商用電力電圧の周

波数 $F$ からシフト ( $F + \Delta f$ ) させ、次の1サイクルの期間 ( $20\text{ ms}$ ) に電圧波形56の周波数(出力電圧位相)を商用電力電圧の周波数 $F$ へシフト ( $F - \Delta f$ ) させる。このように構成すると、 $100\text{ ms}$ に1回の同期信号の立下りエッジ58に同期して周波数シフトを実行することができる。

#### 【0047】

図示した電圧波形56は、商用電力電圧の周波数 $F$ に同期しているが、同期信号57の立下りエッジ58の直後に現れるゼロクロス点55から周波数シフト期間に移行し、電圧波形56の周波数を $\Delta f$  (Hz) 分だけ高くする。また、周波数シフト期間に同期信号57を活性化させて1サイクルが経過したゼロクロス点53を検知し、周波数を増したシフト波形のデータを取り込む。図中の実線で示した電圧波形56は破線で示した正規の電圧波形より位相が遅れているため、商用電力系統10は停電状態であり、交流電力ライン46も停電状態である。このゼロクロス点53の位相シフトを検知し遮断器22を開制御することができる。

#### 【0048】

引き続き、電圧波形56を正規の周波数 $F$ に戻すため、ゼロクロス点53から $\Delta f$  (Hz) 分だけ電圧波形56の周波数を低くする。また、1サイクルが経過したゼロクロス点54を検知し、周波数を減じたシフト波形のデータを取り込む。この時点の電圧波形56の周波数 $F$ は、商用周波数と同期している。

#### 【0049】

同期信号57の立下りエッジ58から $100\text{ ms}$ が経過した時点で再び活性化している同期信号57を不活性にする立下りエッジ58aに応答して上述した周波数シフト期間に移行する。同様にゼロクロス点53aで周波数を増したシフト波形のデータを取り込み、交流電力ライン46の停電を検知する。本実施の形態では、1回目の停電検知の時点で遮断器22を開制御せずに、2回目の停電検知に応答して遮断器22を開制御することもできる。このように連続する停電の検知により信頼性の高い単独運転防止の系統連系発電システムを提供することができる。

#### 【0050】

引き続き、電圧波形56を正規の周波数 $F$ に戻すため、ゼロクロス点53aか

ら  $\Delta f$  (H z) 分だけ電圧波形 5 6 の周波数を低くする。また、1 サイクルが経過したゼロクロス点 5 4 a を検知し、周波数を減じたシフト波形のデータを取り込む。この時点の電圧波形 5 6 の周波数  $F$  は、商用周波数と同期している。さらに、立下りエッジ 5 8 a から 1 0 0 m s が経過した時点で同期信号 5 7 の立下りエッジ 5 8 b に対応する周波数シフト期間に移行することができる。

#### 【0 0 5 1】

上記電圧波形 5 6 を実線で示した停電時の波形で説明したが、商用電力系統 1 0 が正常に送電している場合は、系統連系インバータ 1 4 からシフトした電圧波形を出力しても交流電力ライン 4 6 の電圧波形 5 6 は破線で示した周波数に変化している。

#### 【0 0 5 2】

図 3 は、本発明による第 1 の実施の形態である系統連系発電システムのフローチャート図である。系統連系発電システムは、開始ステップからステップ 6 0 へ移行し受動式の単独運転検知を処理する。次に、この単独運転検知処理が完了した後にステップ 6 1 へ移行し、周波数シフト期間に交流電力ライン 4 6 に現れる電圧の検知周波数が基準周波数より高い又は低いかな否かを判定する。例えば、商用周波数が 5 0 H z の場合、 $\pm 1 0 \%$  の検知レベルで過周波数又は不足周波数を検知することができる。

#### 【0 0 5 3】

判定結果が否 (N O) であれば、ステップ 6 2 へ分岐して能動式タイマを初期化 (ゼロ) にしてステップ 6 3 へ移行し処理を終了する。一方、判定結果が是 (Y E S) であれば、ステップ 6 4 へ分岐し能動式検知時間が経過しているかな否かを判定する。

#### 【0 0 5 4】

検知時間が経過し判定結果が是 (Y E S) であれば、ステップ 6 5 へ分岐し、受動式の単独運転を検知し遮断器 2 2 を開制御してからステップ 6 3 へ移行し処理を終了する。一方、判定結果が否 (N O) であれば、ステップ 6 6 へ分岐して能動式タイマを増分してステップ 6 3 へ移行し処理を終了する。

#### 【0 0 5 5】

上記受動式の単独運転検知処理を繰り返し、常時、 $\pm 10\%$ の検知レベルで過周波数又は不足周波数を検知することができる。また、周波数シフトの検知レベルをシフト周波数の $1/2$ に設定し、例えば、商用電力系統10の周波数を50 Hzの場合には1 Hzの周波数シフト量に設定した場合、周波数の増分シフト時の周波数が50.5 Hz以上又は49.5 Hz以下で周波数シフトを検知する。また、周波数の減分シフト時の周波数が50.5 Hz以上又は49.5 Hz以下で周波数シフトを検知する。

#### 【0056】

図4は、本発明による第1の実施の形態である系統連系発電システムのフローチャート図である。系統連系発電システムは、ステップ70で能動式の単独運転検知処理を開始する。ステップ71へ移行し、周波数シフト期間か否かを判定する。

#### 【0057】

判定結果が是（YES）であれば、ステップ74へ分岐し内部PLLを進め周波数を増分させステップ73へ進み処理を終了させる。一方、判定結果が否（NO）であれば、ステップ72へ分岐し前回の周波数シフト処理が周波数を増分（プラスシフト）したか否かを判定する。この判定結果が是（YES）であれば、ステップ75へ分岐し内部PLLを遅らせて周波数を減分させステップ73へ進み処理を終了させる。一方、この判定結果が否（NO）のときは、ステップ73へ分岐し処理を終了させる。

#### 【0058】

上記能動式の単独運転検知処理を繰り返し、約100 msの間隔で周波数をシフトさせて、交流電力ライン46に現れる電圧波形を監視して商用電力系統10の停電を検知することができる。

#### 【0059】

図5は、本発明による第2の実施の形態である系統連系発電システムの動作説明図である。系統連系発電システムは、制御部30から遮断命令78を発して遮断器22を開制御するのに伴い、タービン発電機32は燃料と空気の供給を絞りガスタービン36の回転数76を定格運転の回転数から30秒の間に停止準備の

ための低回転まで減速させる。

#### 【0060】

制御部30は、充電開始命令79を発してDC/DCコンバータ44を制御しバッテリー38を充電させる。ガスタービン36が減速回転しながら、約15分以内にバッテリー38の充電を完了80し、ガスタービン36への燃料と空気の供給を停止してガスタービン36を消火するように制御する。

#### 【0061】

充電が完了80した時点から約10分後に補機や循環オイルの冷却が完了81し、ガスタービン36は完全に停止することができる。上記遮断命令78が発せられた時点ではタービン排気温度77は定格値である。遮断命令78に応動してガスタービン36の回転が低下するとタービン排気温度77は上昇するが許容値である。その後、ガスタービン36の消火に伴い、徐々にタービン排気温度77は低下し冷却が完了81する。

#### 【0062】

図6は、本発明による第3の実施の形態である系統連系発電システムの動作説明図である。系統連系発電システムは、制御部30が停電検知82をした段階でタービン発電機32へタービン減速命令を発する。タービン発電機32は燃料と空気の供給を絞りガスタービン36を定格運転の回転数より低い回転速度に減速させる。

#### 【0063】

制御部30は、停電検知82から約1秒以内に遮断命令78を発して遮断器22を開制御し系統連系発電システムを商用電力系統10から解列させる。この解列に伴いタービン発電機32は無負荷運転状態になるため、Bで示すようにガスタービン36の回転数がトリップレベル84まで上昇するが、Aで示すような定格速度で運転中に解列させてオーバースピード83に達することはない。

#### 【0064】

タービン発電機32は、ガスタービン36の回転数をトリップレベル84から定格運転の回転数へ戻すように燃料と空気の供給量を制御する。ガスタービン36の回転数を定格運転にしてからバッテリー38を充電開始79する。このバッテ

リ 3 8 は約 1 5 分で充電完了 8 0 する。

【 0 0 6 5 】

本実施形態では、タービン発電機 3 2 をさらに約 2 0 分間運転しながら、交流電力ライン 4 6 の電圧を監視し商用電力系統 1 0 の送電復帰を検知することができる。仮に、停電状態が 2 0 分以上継続する場合は、ガスタービン 3 6 を消火 8 1 して徐々にタービン速度を低下させ完全停止 8 1 させる。

【 0 0 6 6 】

一方、一点鎖線で示す C のようにバッテリー 3 8 の充電完了 8 0 の後に商用電力系統 1 0 の送電復帰を検知した場合は、定格運転を継続し商用電力系統 1 0 と周波数を同期させて遮断器 2 2 を閉制御して系統連系発電システム 1 と商用電力系統 1 0 とを再接続することができる。このように、ガスタービン 3 6 を継続して運転させるのは、停止と起動を頻繁に繰り返さないようにするためである。

【 0 0 6 7 】

こうして、系統連系発電システムは、商用電力系統 1 0 からの受電異常を検知して、単独運転を防止することができ、タービン発電機 3 2 の損傷又は劣化を未然に防止することができる。

【 0 0 6 8 】

尚、本発明の系統連系発電システムは、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明の請求項 1 乃至請求項 5 に記載の系統連系発電システムによれば、商用電源の受電異常を検知し系統連系発電システムを商用電源の電力系統から解列させると共に、タービン発電機の損傷を未然に防止する系統連系発電システムを提供しようとする、という優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の系統連系発電システムのブロック図である。

**【図 2】**

本発明の系統連系発電システムの出力波形図である。

**【図 3】**

本発明の系統連系発電システムのフローチャート図である。

**【図 4】**

本発明の系統連系発電システムのフローチャート図である。

**【図 5】**

本発明の系統連系発電システムの動作説明図である。

**【図 6】**

本発明の系統連系発電システムの動作説明図である。

**【符号の説明】**

- 1        系統連系発電システム
- 2        制御装置
- 1 0      商用電力系統
- 1 2      系統接続負荷
- 1 4      系統連系インバータ
- 1 6      ゼロクロス監視装置
- 1 8      カウンタ
- 2 0      電圧位相シフト回路
- 2 2      遮断器
- 2 4      位相比較器
- 3 0      制御部
- 3 2      タービン発電機
- 3 6      ガスタービン
- 3 8      バッテリ
- 4 0      ステータ巻線
- 4 2      整流器
- 4 3      平滑コンデンサ
- 4 4      コンバータ

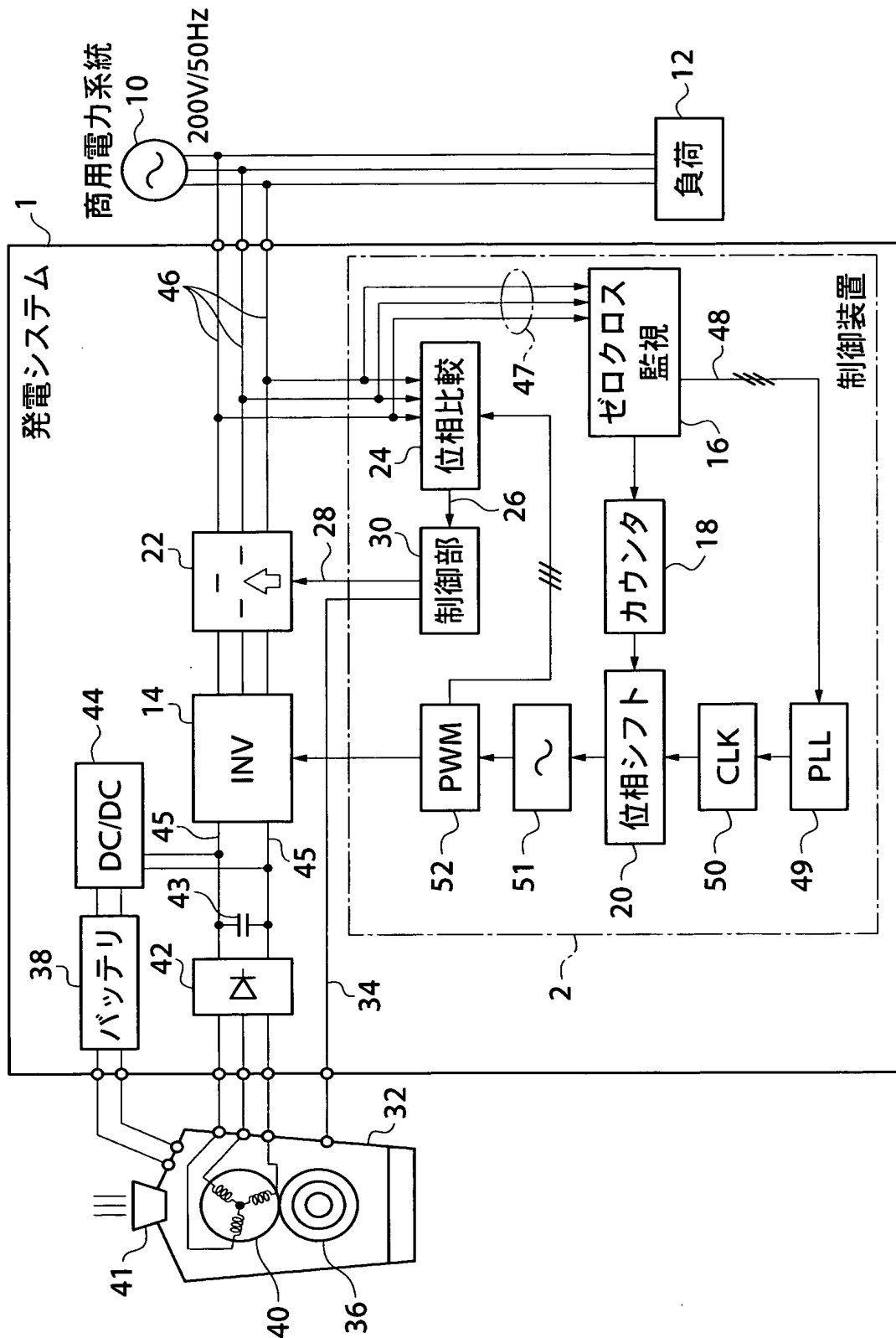


- 4 5 直流バス
- 4 6 交流電力ライン
- 5 0 クロック回路
- 5 1 正弦波発生回路
- 5 2 パルス幅変調回路

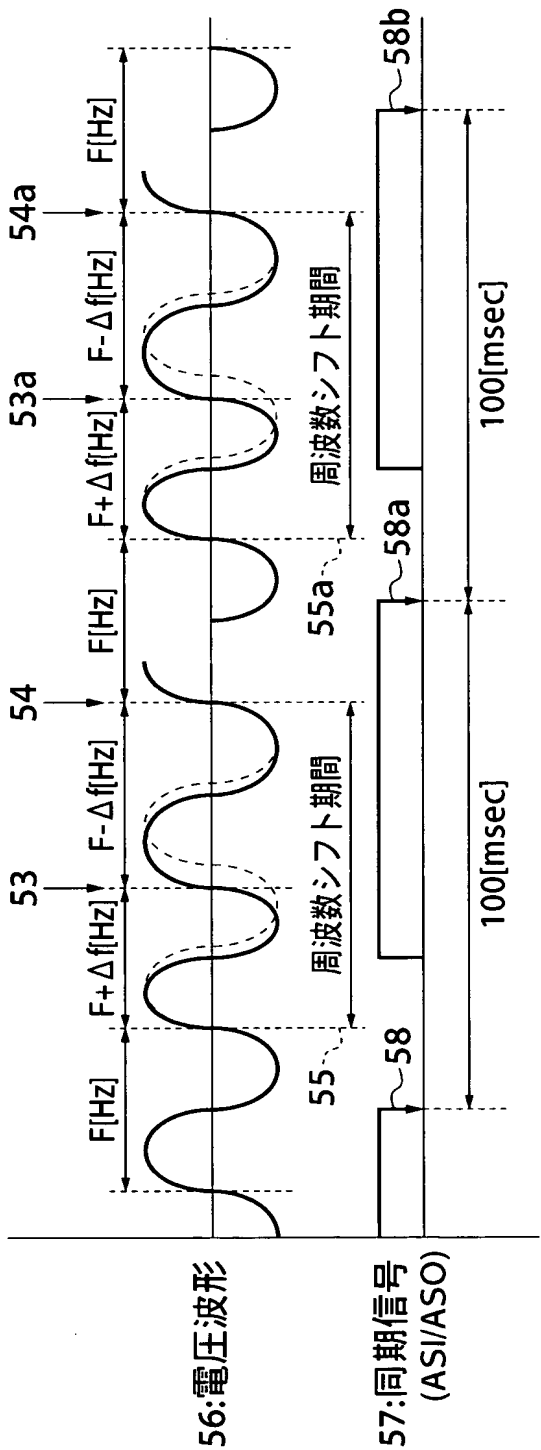
【書類名】

図面

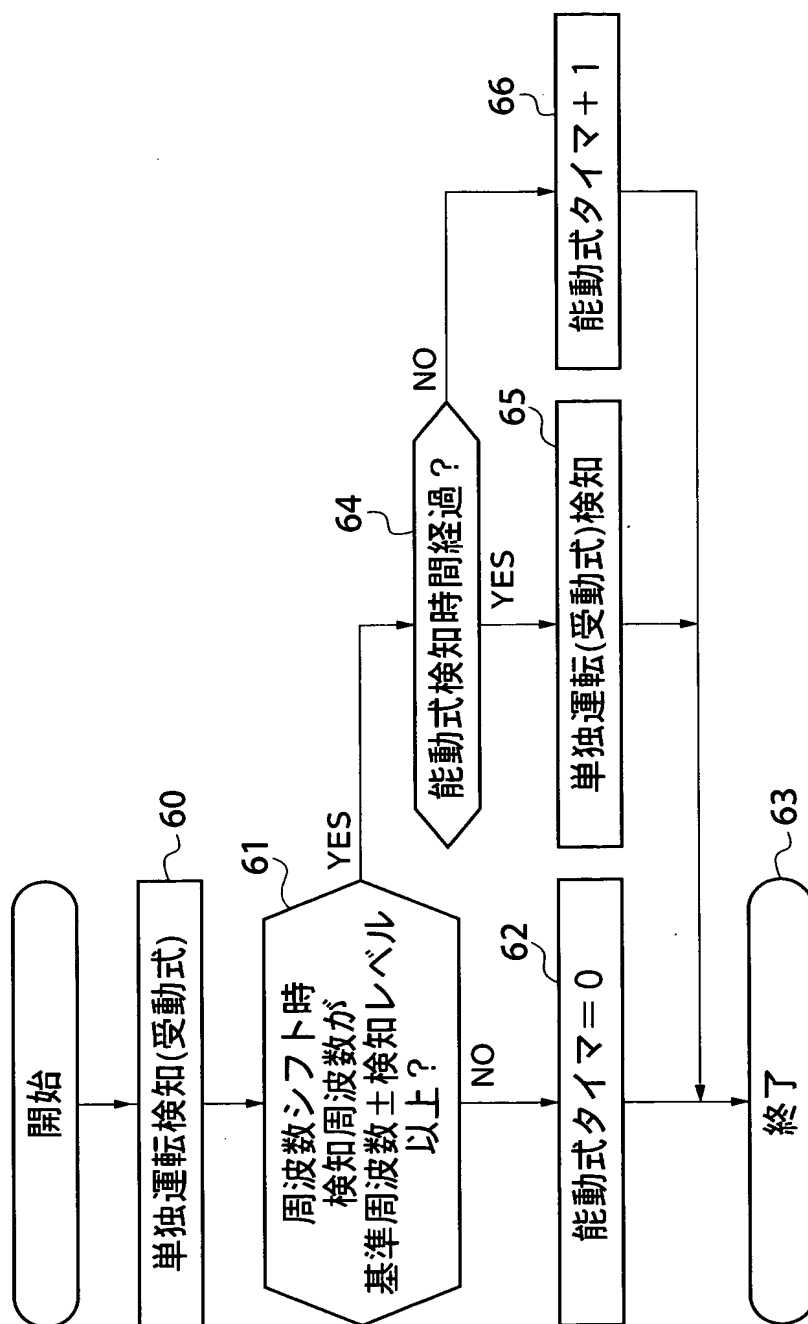
【図 1】



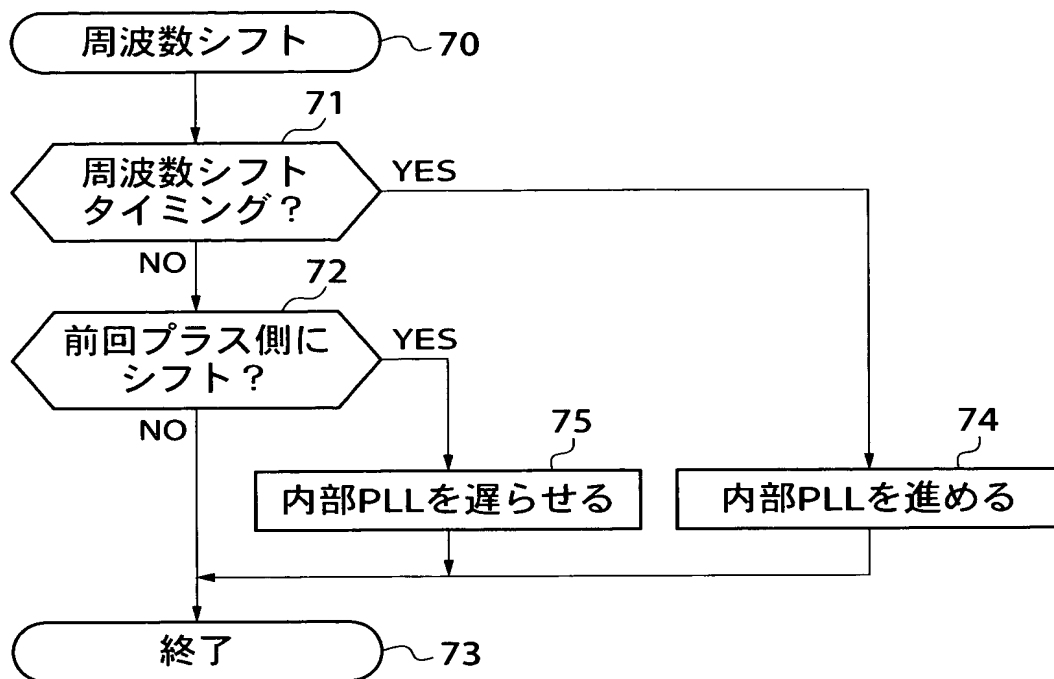
【図 2】



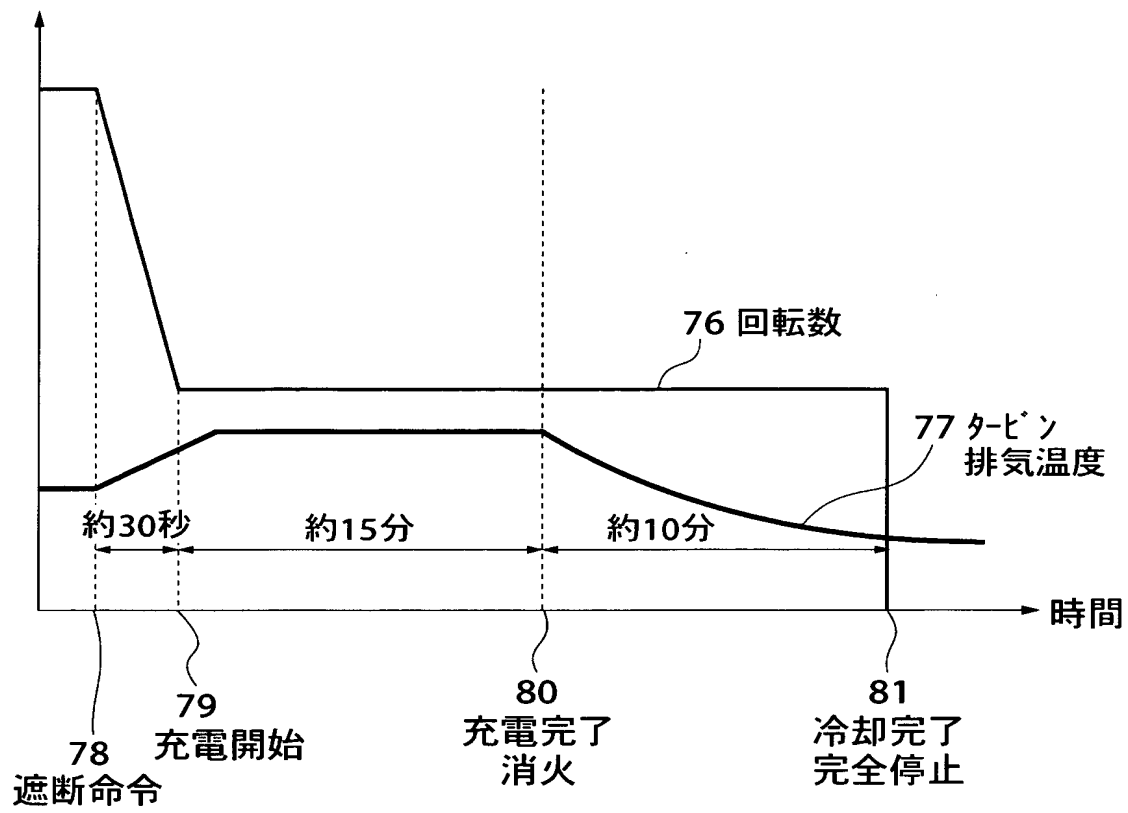
【図 3】



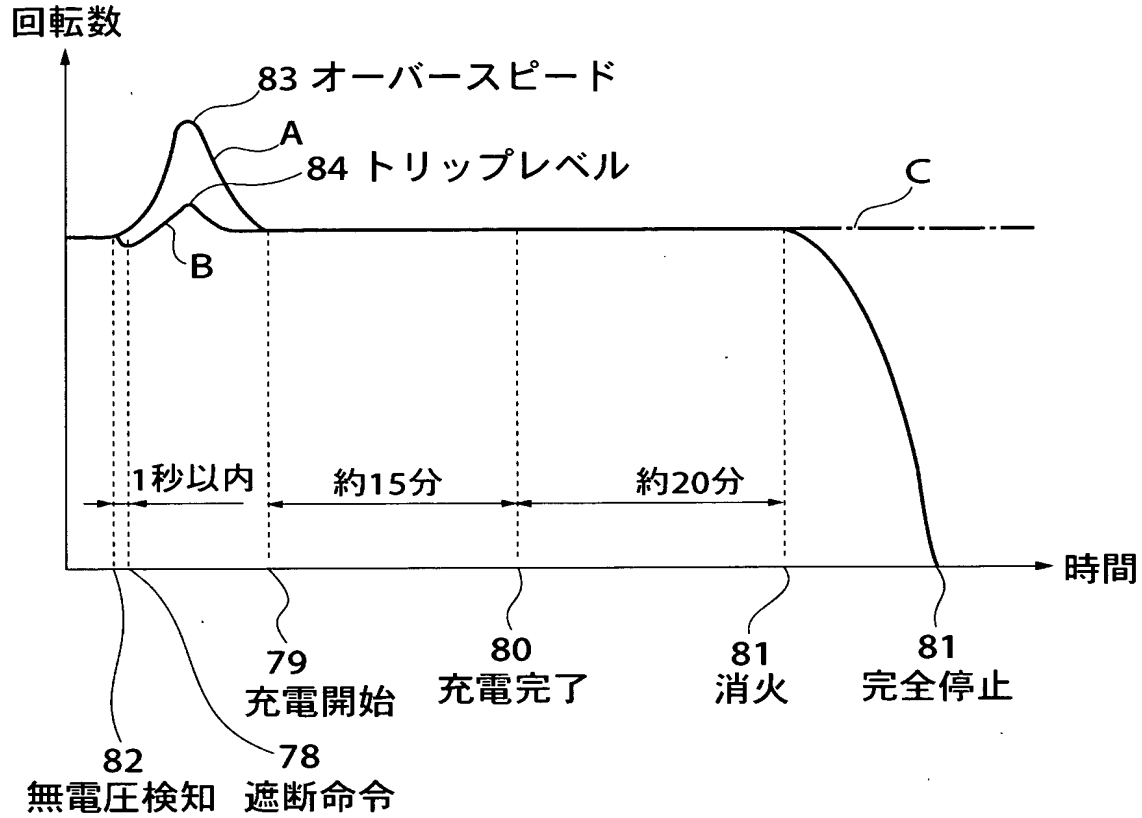
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 商用電源の受電異常を検知し系統連系発電システムを商用電源の電力系統から解列させると共に、タービン発電機の損傷を未然に防止する系統連系発電システムを提供する。

【解決手段】 系統連系インバータ 1 4 と、系統連系インバータ 1 4 の出力電圧位相を商用電力電圧に同期させ、商用電力電圧のゼロクロスを監視し、出力電圧位相を商用電力電圧からシフトさせ、出力電圧位相を商用電力電圧へシフトさせる電圧位相シフト回路 2 0 と、商用電力系統 1 0 の電圧位相と出力電圧位相を比較する位相比較器 2 4 と、位相比較器 2 4 から出力される所定回数連続する一致信号に基づき、商用電力系統 1 0 からの電力供給遮断による停電を検知し、遮断器 2 2 に制御信号を送信して系統連系インバータ 1 4 の出力を商用電力系統 1 0 から遮断させる系統連系制御装置 3 0 とを備える。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 5 7 7 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 0 2 3 9 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
氏 名	株式会社荏原製作所

特願 2 0 0 2 - 3 5 7 7 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 4 0 1 1 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 5 年 2 月 1 4 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
氏 名	株式会社荏原電産